

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

013907423 **Image available**
WPI Acc No: 2001-391636/200142
Related WPI Acc No: 2003-158991
XRPX Acc No: N01-288155

Image observation apparatus has image pick-up system whose entrance pupil is shifted towards outside from position equivalent to entrance pupil of eyepiece optical system

Patent Assignee: MIXED REALITY SYSTEMS LAB INC (MIXE-N); SYSTEM KENKYUSHO KK (SYST-N)

Inventor: TAKAGI A; YAMAZAKI S

Number of Countries: 026 Number of Patents: 003

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 1098217	A1	20010509	EP 2000119607	A	20000907	200142 B
JP 2001133725	A	20010518	JP 99316568	A	19991108	200144
JP 2001249302	A	20010914	JP 200058737	A	20000303	200168

Priority Applications (No Type Date): JP 200058737 A 20000303; JP 99316568 A 19991108

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

EP 1098217	A1	E	42	G02B-027/01	
------------	----	---	----	-------------	--

Designated States (Regional): AL AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT

LI LT LU LV MC MK NL PT RO SE SI

JP 2001133725	A		9	G02B-027/02	
---------------	---	--	---	-------------	--

JP 2001249302	A		23	G02B-027/02	
---------------	---	--	----	-------------	--

Abstract (Basic): EP 1098217 A1

NOVELTY - Light is guided from display unit (211) that displays image acquired by camera (221) to eyepiece optical system (212). Positions of exit pupils of camera and optical system are approximately matched. Optical axis (O2) of camera is aligned with extension line of optical axis of optical system. Entrance pupil of camera is shifted towards outside from a position equivalent to entrance pupil of optical system.

DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for image observation system.

USE - Image observation apparatus.

ADVANTAGE - Image observation system reduces distortion of reproduced space and permits the observer to see images with both the eyes without any stress. Apparatus size is reduced, since image pick-up system is constructed with a prism and the load on the observer is also reduced.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the main parts of image observation apparatus.

Display unit (211)

Optical system (212)

Camera (221)

Optical axis (O2)

pp; 42 DwgNo 1/28

Title Terms: IMAGE; OBSERVE; APPARATUS; IMAGE; PICK; UP; SYSTEM; ENTER; PUPIL; SHIFT; POSITION; EQUIVALENT; ENTER; PUPIL; EYEPIECE; OPTICAL; SYSTEM

Derwent Class: P81; P82; P85; T04

International Patent Class (Main): G02B-027/01; G02B-027/02

International Patent Class (Additional): G02B-023/12; G03B-035/08;

G03B-035/20; G09F-009/00; G09G-003/20; G09G-005/00; G09G-005/36;

H04N-005/225; H04N-005/265; H04N-005/64; H04N-013/00

File Segment: EPI; EngPI
Manual Codes (EPI/S-X): T04-H03C9

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-249302

(P2001-249302A)

(43) 公開日 平成13年9月14日 (2001.9.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 2 B 27/02		G 0 2 B 27/02	Z 2 H 0 5 9
G 0 3 B 35/08		G 0 3 B 35/08	5 C 0 6 1
35/20		35/20	5 C 0 8 0
G 0 9 F 9/00	3 5 8	G 0 9 F 9/00	3 5 8 5 C 0 8 2
G 0 9 G 3/20	6 8 0	G 0 9 G 3/20	6 8 0 A 5 G 4 3 5

審査請求 有 請求項の数18 O L (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-58737 (P2000-58737)

(22) 出願日 平成12年3月3日 (2000.3.3)

(71) 出願人 397024225

株式会社エム・アール・システム研究所
神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地

(72) 発明者 高木 章成

神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地
株式会社エム・アール・システム研究所
内

(74) 代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

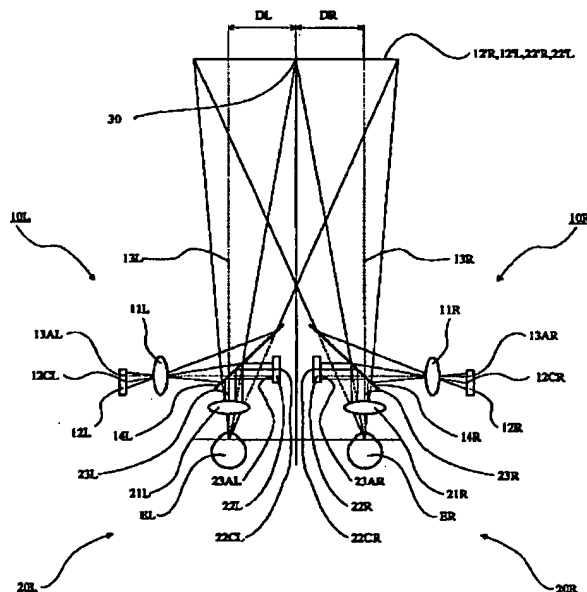
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像観察システム

(57) 【要約】

【課題】 撮影系で得た外界画像を外界空間が歪むことなく表示系において良好に観察することができる頭部装着用に好適な画像観察システムを得ること。

【解決手段】 外界画像を撮像光学系で撮像素子上に結像させる撮像系と、該撮像系で取得した外界画像を表示した表示素子からの光束を表示光学系によって観察眼へ導く表示系を有し、該撮像光学系の外界側光軸が該表示光学系の眼球側光軸を延長した軸上に略一致するようにした画像観察装置を、観察者の左右眼用に一对設けた画像観察システムにおいて、各々の撮影系の撮像素子は該撮像光学系の光軸に対し水平方向に所定距離ずらして配置されており、表示素子は該表示光学系の光軸に対し水平方向に所定距離ずらして配置されており、左右眼用の一对の該画像観察装置の撮像光学系の光軸及び表示光学系の光軸は互いに平行であること。



【特許請求の範囲】

【請求項1】外界画像を撮像光学系で撮像素子上に結像させる撮像系と、該撮像系で取得した外界画像を表示した表示素子からの光束を表示光学系によって観察眼へ導く表示系を有し、該撮像光学系の外界側光軸が該表示光学系の眼球側光軸を延長した軸上に略一致するようにした画像観察装置を、観察者の左右眼用に一对設けた画像観察システムにおいて、各々の撮影系の撮像素子は該撮像光学系の光軸に対し水平方向に所定距離ずらして配置されており、表示素子は該表示光学系の光軸に対し水平方向に所定距離ずらして配置されており、左右眼用の一对の該画像観察装置の撮像光学系の光軸及び表示光学系の光軸は互いに平行であることを特徴とする画像観察システム。

【請求項2】前記左右眼用の撮像光学系のピント位置は一致しており、前記撮像素子のずらし量は該左右眼用の撮像光学系による各々の該撮像素子中心と共役な位置が一致するように設定され、かつ、該左右眼用の表示光学系による前記表示素子の虚像形成位置が一致しており、該表示素子のずらし量は該左右眼用の表示光学系による各々の該表示素子中心と共役な位置が一致するように設定されていることを特徴とする請求項1の画像観察システム。

【請求項3】前記ピント位置と前記虚像形成位置が一致していることを特徴とする請求項2の画像観察システム。

【請求項4】前記画像観察装置の前記撮像系の外界画像の撮像画角は、前記表示系の表示画角と略一致していることを特徴とする請求項1から3のいずれか一項の画像観察システム。

【請求項5】画像を生成する画像生成手段及び画像を合成する画像合成手段を有し、該画像合成手段は該画像生成手段からの画像と前記撮像系からの画像を合成して、前記表示素子に表示していることを特徴とする請求項1から4のいずれか一項の画像観察システム。

【請求項6】前記撮像光学系は平面で構成されたプリズムを有し、該プリズムは透過作用及び全反射作用をする面を有しており、該プリズムと前記撮像素子の間の光路中に正の光学的パワーを有する光学要素を設けたことを特徴とする請求項1から5のいずれか一項の画像観察システム。

【請求項7】前記撮像光学系はアジマス角度により光学的パワーの異なる偏心した非回転対称反射面を有していることを特徴とする請求項1から6のいずれか一項の画像観察システム。

【請求項8】前記表示光学系はアジマス角度により光学的パワーの異なる偏心した非回転対称反射面を有していることを特徴とする請求項1から7のいずれか一項の画像観察システム。

【請求項9】前記撮像光学系は変倍光学系であることを

特徴とする請求項1から8のいずれか一項の画像観察システム。

【請求項10】前記撮像系により取得した外界画像を、前記表示素子に表示する際に、表示倍率を変更する画像処理手段を有していることを特徴とする請求項1から9のいずれか一項の画像観察システム。

【請求項11】外界画像を撮像光学系で撮像素子上に結像させる撮像系と、該撮像系で取得した外界画像を表示した表示素子からの光束を表示光学系で観察眼へ導く表示系を有し、該撮像光学系の外界側光軸が光学部材を介して該表示光学系の眼球側光軸を延長した軸上に略一致するようにしている画像観察装置を、観察者の左右眼用に一对設けた画像観察システムにおいて、各々の撮影系の撮像素子はその中心が撮像光学系の光軸に対し直角方向に所定距離ずらして配置されており、表示素子は、その中心が表示光学系の光軸に対し直角方向に所定距離ずらして配置されていることを特徴とする画像観察システム。

【請求項12】前記左右眼用の一对の撮像光学系の外界側光軸は互いに平行であることを特徴とする請求項11の画像観察システム。

【請求項13】前記撮像系によって前記撮像素子に形成される物体の位置と、前記表示系による前記表示素子の虚像が形成される位置とが一致していることを特徴とする請求項12の画像観察システム。

【請求項14】前記撮像系による前記撮像素子中心の物体側の位置とは、前記表示系による前記表示素子中心の虚像が形成される位置とが一致していることを特徴とする請求項13の画像観察システム。

【請求項15】前記撮像光学系はアジマス角度により光学的パワーの異なる偏心した非回転対称反射面を有していることを特徴とする請求項11から14のいずれか一項の画像観察システム。

【請求項16】前記表示光学系はアジマス角度により光学的パワーの異なる偏心した非回転対称反射面を有していることを特徴とする請求項11から15のいずれか一項の画像観察システム。

【請求項17】前記撮像光学系の入射瞳位置は、観察者の眼球の入射瞳と等価な位置よりも外界側にずらして配置していることを特徴とする請求項1から16のいずれか1項の画像観察システム。

【請求項18】前記観察者の眼球の入射瞳位置と等価な位置に対する前記撮像光学系の入射瞳ずらし量を d としたとき $d > 60\text{mm}$ を満足していることを特徴とする請求項17の画像観察装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像観察システムに関し、例えば撮像光学系（撮像系）により取得した外界の光景（外界画像、外界情報）をディスプレイ装置

(画像表示手段)に表示して観察できるようにした画像観察システム、あるいは現実の光景(外界情報)にコンピュータ等で人工的に作り出した画像(仮想画像)や、ビデオ等によって記録された映像を重ね合わせて画像表示手段に表示して様々な疑似的体験を行うといったことを目的とした画像観察システムに好適なものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、撮像系および表示系を有する画像観察装置を観察者の左右眼用に一对設け、外界画像(外界情報)をCCDカメラ等の撮影装置で電気信号に変換し、それをCRTやLCDなどの表示素子に表示し、表示光学系を介して外界画像を両眼視差を用いて立体観察(以下ビデオシースルー観察)し、あたかも外界を裸眼で観察しているように構成された画像観察システムが知られている。

【0003】又カメラによって撮像された外界画像にコンピュータグラフィックス等により生成された画像やビデオ等によって記録された映像を合成表示し、現実空間と仮想空間を合成し観察できるようにした画像観察システムが提案されている。

【0004】従来の画像観察システムの要部概略図を図13に示す。図13では左右眼用の画像観察装置を1対設けている。図中、左眼用の要素には添字L、右眼用の要素には添字Rを付している。尚、以下の説明では左右眼用の要素を示す添字L、Rを省略している。

【0005】図13において、撮像系100は撮像光学系101と撮像素子102で構成され、103はその撮像光学系の外界側の光軸である。ミラー104は撮像系100と表示系110の光路を分離する。表示系110は表示光学系111と表示素子112で構成され、113はその表示光学系の眼球側の光軸である。

【0006】撮像系100及び表示系110より成る画像観察装置は左右眼用に一对設けてある。Eは観察眼を示す。

【0007】図13に示す撮像系100及び表示系100は、撮像素子102の中心102Cと撮像光学系101の光軸103、表示素子112の中心112Cと表示光学系の光軸113を一致させ、さらに左右眼用の撮像光学系の光軸103R、103Lと表示光学系の光軸113R、113Lを角度 θ 傾けて、外界側に設けた基準位置120で交差するように構成されている。

【0008】各々の表示光学系111による表示素子112と共役な面112' (虚像スクリーン)と撮像光学系101による撮像素子102と共役な面102' (ピント面)は一致しており、それぞれの中心位置102C'、112C'は基準位置120で一致している。また左右眼用の中心位置も基準位置120で一致している。

【0009】図14、図15は図13に示す画像観察シ

ステムで外界空間の物体130を撮像系100で撮像し、表示系110で表示し、観察者が物体像を観察した場合を示したものである。

【0010】図14において、外界空間の物体130はミラー104及び撮像光学系101により撮像素子102上に像131を形成し、撮像される。その像位置は、撮像素子102と共役なピント面102'上で表すと面131'であり、ピント面中心120から距離Pとなる。

【0011】撮像系100で撮像された物体130の像131は、図15に示すように表示素子112上に像132として表示される。図15において、表示素子112からの光束はミラー104、表示光学系111により観察眼Eに導かれる。像132は、表示素子112と共役な虚像スクリーン112'上の像132'として観察眼Eに観察される。像132'の位置は虚像スクリーン中心120から距離Qとなる。

【0012】観察者は、右眼ERで像132'Rを観察し、左眼ELで像132'Lを観察する。これにより観察者は、右眼ERの視線133Rと左眼ELの視線133Lの交点134にあたかも物体130が実在するように観察することができる。この時、撮像光学系101の入射瞳位置と観察眼Eの入射瞳位置を一致させ、また撮像画角と表示画角を一致させると、撮像系ピント面102'と表示系虚像スクリーン112'はその位置及び大きさが一致するため、距離Pと距離Qは等しくなる。よって、交点134の位置は、実際の外界空間における物体130の位置と同じになり、また再現される物体の大きさも物体130と等しくなる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】図13に示す画像観察システムにおいて、撮像光学系101が変倍機能を有していたり、電子ズームなどを用いて表示倍率を変更した場合には、再現される空間が歪んだり、左右眼用の画像の融像ができない場合が生じてくる。

【0014】次にこの現象を図16、図17(a)、図17(b)を用いて説明する。図16は図14に示した外界空間の物体130の撮像系100により得られた撮影像を2倍に拡大して、表示素子に表示し、観察する場合である。ここで、虚像スクリーン112'上での表示像135'のスクリーン中心120からの距離Sは、図15における距離Qの2倍となる。図15の場合と同様に、観察者は右眼ERの視線136Rと左眼ELの視線136Lの交点137にあたかも物体130が実在するように観察することができ、物体に近づいた、あるいは物体が大きくなったように観察することができる。

【0015】しかし、左右眼の視線が交差する(左右眼画像の融像ができる)のは、物体130がXZ平面内にある場合($Y=0$)のみである。図17(a)は図15に示した状態のYZ断面であり、図17(b)は図16

に示した状態のYZ断面である。図17(a), 図17(b)においてQ, Sに付した添字y, zは、それぞれのY方向成分, Z方向成分を表す。

【0016】図17(a)に示すように、変倍機能を用いずに撮影系で撮像し、表示系に表示し、観察している場合は、物体130がXZ平面内に無い場合($Qy \neq 0$)でも左右眼ER, ELの視線133R, 133LはYZ面内で一致するため、交差する。しかし、図17(b)に示すように変倍機能を用いた場合は、左右眼ER, ELの視線136R, 136LはYZ面内で一致しないため交差しない。微小なずれの場合はある程度許容されるが、観察者の疲労や再現空間の歪みが生じる。ずれが大きい場合は、左右眼画像の融像が出来ないという問題が生じる。

【0017】また変倍機能を用いた場合でなくても、設計要因、製造誤差などにより、撮像画角と表示画角が一致していない場合や、撮像光学系の入射瞳位置と観察眼の入射瞳位置が一致していない場合などにおいても、上述したような問題が生じる。

【0018】本発明はビデオシースルー観察時に、変倍機能を用いた場合や、設計要因、製造誤差などにより、撮像画角と表示画角が一致していない場合や、撮像光学系の入射瞳位置と観察眼の入射瞳位置が一致していない場合などにおいても、再現される空間が歪むことなく、観察者は無理なく左右眼用の画像の融像を行える画像観察システムの提供を目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明の画像観察システムは、外界画像を撮像光学系で撮像素子上に結像させる撮像系と、該撮像系で取得した外界画像を表示した表示素子からの光束を表示光学系によって観察眼へ導く表示系を有し、該撮像光学系の外界側光軸が該表示光学系の眼球側光軸を延長した軸上に略一致するようにした画像観察装置を、観察者の左右眼用に一对設けた画像観察システムにおいて、各々の撮影系の撮像素子は該撮像光学系の光軸に対し水平方向に所定距離ずらして配置されており、表示素子は該表示光学系の光軸に対し水平方向に所定距離ずらして配置されており、左右眼用の一对の該画像観察装置の撮像光学系の光軸及び表示光学系の光軸は互いに平行であることを特徴としている。

【0020】請求項2の発明は請求項1の発明において、前記左右眼用の撮像光学系のピント位置は一致しており、前記撮像素子のずらし量は該左右眼用の撮像光学系による各々の該撮像素子中心と共役な位置が一致するように設定され、かつ、該左右眼用の表示光学系による前記表示素子の虚像形成位置が一致しており、該表示素子のずらし量は該左右眼用の表示光学系による各々の該表示素子中心と共役な位置が一致するように設定されていることを特徴としている。

【0021】請求項3の発明は請求項2の発明におい

て、前記ピント位置と前記虚像形成位置が一致していることを特徴としている。

【0022】請求項4の発明は請求項1から3のいずれか1項の発明において、前記画像観察装置の前記撮像系の外界画像の撮像画角は、前記表示系の表示画角と略一致していることを特徴としている。

【0023】請求項5の発明は請求項1から4のいずれか1項の発明において、画像を生成する画像生成手段及び画像を合成する画像合成手段を有し、該画像合成手段は該画像生成手段からの画像と前記撮像系からの画像を合成して、前記表示素子に表示していることを特徴としている。

【0024】請求項6の発明は請求項1から5のいずれか1項の発明において、前記撮像光学系は平面で構成されたプリズムを有し、該プリズムは透過作用及び全反射作用をする面を有しており、該プリズムと前記撮像素子の間の光路中に正の光学的パワーを有する光学要素を設けたことを特徴としている。

【0025】請求項7の発明は請求項1から6のいずれか1項の発明において、前記撮像光学系はアジマス角度により光学的パワーの異なる偏心した非回転対称反射面を有していることを特徴としている。

【0026】請求項8の発明は請求項1から7のいずれか1項の発明において、前記表示光学系はアジマス角度により光学的パワーの異なる偏心した非回転対称反射面を有していることを特徴としている。

【0027】請求項9の発明は請求項1から8のいずれか1項の発明において、前記撮像光学系は変倍光学系であることを特徴としている。

【0028】請求項10の発明は請求項1から9のいずれか1項の発明において、前記撮像系により取得した外界画像を、前記表示素子に表示する際に、表示倍率を変更する画像処理手段を有していることを特徴としている。

【0029】請求項11の発明の画像観察システムは、外界画像を撮像光学系で撮像素子上に結像させる撮像系と、該撮像系で取得した外界画像を表示した表示素子からの光束を表示光学系で観察眼へ導く表示系を有し、該撮像光学系の外界側光軸が光学部材を介して該表示光学系の眼球側光軸を延長した軸上に略一致するようにしている画像観察装置を、観察者の左右眼用に一对設けた画像観察システムにおいて、各々の撮影系の撮像素子はその中心が撮像光学系の光軸に対し直角方向に所定距離ずらして配置されており、表示素子は、その中心が表示光学系の光軸に対し直角方向に所定距離ずらして配置されていることを特徴としている。

【0030】請求項12の発明は請求項11の発明において、前記左右眼用の一对の撮像光学系の外界側光軸は互いに平行であることを特徴としている。

【0031】請求項13の発明は請求項12の発明にお

いて、前記撮像系によって前記撮像素子に形成される物体の位置と、前記表示系による前記表示素子の虚像が形成される位置とが一致していることを特徴としている。

【0032】請求項14の発明は請求項13の発明において、前記撮像系による前記撮像素子中心の物体側の位置とは、前記表示系による前記表示素子中心の虚像が形成される位置とが一致していることを特徴としている。

【0033】請求項15の発明は請求項11から14のいずれか1項の発明において、前記撮像光学系はアジマス角度により光学的パワーの異なる偏心した非回転対称反射面を有していることを特徴としている。

【0034】請求項16の発明は請求項11から15のいずれか1項の発明において、前記表示光学系はアジマス角度により光学的パワーの異なる偏心した非回転対称反射面を有していることを特徴としている。

【0035】請求項17の発明は請求項1から16のいずれか1項の発明において、前記撮像光学系の入射瞳位置は、観察者の眼球の入射瞳と等価な位置よりも外界側にずらして配置していることを特徴としている。

【0036】請求項18の発明は請求項17の発明において、前記観察者の眼球の入射瞳位置と等価な位置に対する前記撮像光学系の入射瞳ずらし量を d としたとき $d > 6.0\text{ mm}$ を満足していることを特徴としている。

【0037】

【発明の実施の形態】図1～5は、本発明の画像観察システムの基本概念の説明図である。本発明による画像観察システムは、表示系20及び撮像系10を有する画像観察装置を観察者の左右眼用に一对設けている。各部材として右眼用については添字Rを、左眼用のものについては添字Lを付して示す。Eは観察者の観察眼を示す。

【0038】図1において、表示系20(20L, 20R)は表示光学系21(21L, 21R)と表示素子22(22L, 22R)を有し、23(23L, 23R)はその表示光学系21の眼球側光軸であり、左右眼の表示光学系21の光軸23R, 23Lは平行になるように設定されている。ミラー14(14L, 14R)は撮像系10(10L, 10R)と表示系20の光路を分離する。

【0039】表示光学系21は表示素子22の表示素子面の拡大虚像を例えば観察眼Eの2m先に形成するように位置及び焦点距離等が決められている。面22'(22'L, 22'R)は表示素子22の表示面と表示光学系21に関し共役な虚像が形成される仮想のスクリーン(虚像スクリーン)である。

【0040】表示素子22は、その中心22C(22CL, 22CR)が、表示光学系21の光軸23と表示素子22の交点23A(23AL, 23AR)に対し、ずらして設けてある。そのずらし量は、左右眼用の表示系20R, 20Lの虚像スクリーン22'R, 22'Lの中心が点30で一致するように設定され、虚像スクリー

ン22'上で距離Dである。

【0041】ずらし方向は左右眼の表示系20L, 20Rで異なり、距離Dは観察者の眼間距離の半分である。これにより左右眼用の表示系20R, 20Lの虚像スクリーン22'R, 22'Lは一致する。

【0042】撮像系10は撮像光学系11(11L, 11R)と撮像素子12(12L, 12R)で構成され、13(13L, 13R)はその撮像光学系の外界側の光軸である。左右眼の撮像光学系の光軸13R, 13Lは平行になるように設定され、また左右眼それぞれの表示光学系の光軸23R, 23Lと略一致している。撮像光学系11は外界の像を撮像素子12上に結像する。

【0043】面12'は、撮像素子12と撮像光学系11に関し共役な位置であるピント面である。

【0044】尚、撮像光学系11は被写界深度の深い光学系より成り、ピント面12'R, 12'Lの前後の物体はピントの合った状態で撮像素子12に結像される。撮像素子12は、その中心12C(12CL, 12CR)が、撮像光学系の光軸13と撮像素子12の交点13A(13AL, 13AR)に対し、ずらして設けてある。そのずらし量は、左右眼用の撮像系10R, 10Lのピント面12'R, 12'Lの中心が点30で一致するように設定され、ピント面12'上で距離Dである。

【0045】ずらし方向は左右眼の撮像系10L, 10Rで異なり、距離Dは観察者の眼間距離の半分である。これにより左右眼用の撮像系10R, 10Lのピント面12'R, 12'Lは一致する。

【0046】図2、図3は外界空間の物体40を撮像、表示、観察した場合を示したものである。図2において、外界空間の物体40はミラー14及び撮像光学系11により撮像素子12(12L, 12R)上に像41(41L, 41R)を形成し、撮像される。その像位置は、撮像素子12(12L, 12R)と共役なピント面12'上で表すと41'(41'L, 41'R)であり、ピント面中心30からT(TL, TR)の距離となる。

【0047】撮像系10で撮像された被写界深度内の物体40の像41は、図3に示すように表示素子22上に像42として表示される。図3において、表示素子22からの光束はミラー14、表示光学系21により観察眼Eに導かれる。像42は、表示素子22と共役な虚像スクリーン22'上の像42'として観察眼Eに観察される。像42'の位置は虚像スクリーン中心30からU(UL, UR)の距離となる。

【0048】観察者は、右眼ERで像42'Rを観察し、左眼ELで像42'Lを観察する。これにより観察者は、右眼ERの視線43Rと左眼ELの視線43Lの交点44にあたかも物体40が実在するように観察(立体視観察)することができる。

【0049】このように構成すると、左右眼の観察視野

の重なる範囲を大きくすることができるため、視野闘争が生じ観察が困難になることを回避することができ、さらに撮像光学系11をズームレンズで構成しズーミングを行ったり、電子ズームなどを用いて表示倍率を変更した場合にも、再現される空間が歪むことがなく、観察者は無理なく左右眼画像の融像を行うことができる。

【0050】図4、図5(a)、5(b)を用いて説明する。図4は図2に示した外界空間の物体40の撮像素子10による撮像41を2倍に拡大して、表示素子22に表示した場合である。ここで、虚像スクリーン22'上での表示像45'のスクリーン中心30からの距離Vは、図3における距離Uの2倍となる。図3の場合と同様に、観察者は右眼ERの視線46Rと左眼ELの視線46Lの交点47にあたかも物体40が実在するように観察することができる。

【0051】本発明による画像観察システムは、従来のシステムと異なり、物体40がXZ平面内にある場合($Y \neq 0$)においても左右眼の視線が交差する(左右眼画像の融像ができる)。図5(a)は図3に示した状態のYZ断面であり、図5(b)は図4に示した状態のYZ断面である。

【0052】図5(a)、(b)においてU、Vに付した添字yは、それぞれのY方向成分を表す。図5

(a)、(b)に示すように、左右眼の虚像スクリーンはZ方向に関し、常に一致している。このため、物体40の位置によらず距離UyRと距離UyLは常に同じであり、また距離VyRと距離VyLは常に同じである。よって変倍機能を用いる用いないに関わらず、図5(a)、(b)に示すように、左右眼ER、ELの視線43Rと43L及び視線46Rと46Lは、それぞれYZ面内で一致するため交差し、左右眼画像の融像が可能となる。

【0053】図2、図3において、撮像光学系11の入射瞳位置と観察眼Eの入射瞳位置を一致させ、また撮像画角と表示画角を一致させると、撮像素子10と表示系20の虚像スクリーン22'はその位置及び大きさが一致するため、距離Tと距離Uは等しくなる。

【0054】よって、交点44の位置は、実際の外界空間における物体40の位置と同じになり、また再現される物体の大きさも40と等しくなる。

【0055】また、撮像光学系11の入射瞳位置と観察眼Eの入射瞳位置を一致させない場合や、撮像画角と表示画角を一致させない場合においても、図5(a)、

(b)に示した理由により、再現される空間が歪むことがなく、観察者は無理なく左右眼画像の融像を行うことができる。

【0056】また、以上示した例では、撮像素子10のピント面12'(12'R, 12'L)と表示系20の虚像スクリーン22'(22'R, 22'L)を一致させているが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0057】左右眼用の撮像素子10のピント面12'Rと12'L、左右眼用の表示系20の虚像スクリーン22'Rと22'Lがそれぞれ一致していれば、左右眼用の撮像素子10のY方向の撮像高TyRとTyL、及び左右眼用の表示系20のY方向表示像高UyRとUyLがそれぞれ一致するため、図5(a)、(b)に示した理由により、再現される空間が歪むことがなく、観察者は無理なく左右眼画像の融像を行うことができる。

【0058】次に本発明の具体的な実施形態を示す。

【0059】(実施形態1)図6は本発明の画像観察システムの実施形態1の要部概略図である。図6は本発明の画像観察システムの左眼用の画像観察装置WLを示したものである。以下は左眼用としての各部材を示す添字Lは図では示しているが、説明においては省略する。

【0060】本実施形態による画像観察装置WLは表示素子22に表示した画像情報を観察眼Eに導くための表示系20、外界の画像情報を撮像素子12に結像させるための撮像素子10とを有し、該撮像素子10で得られた画像情報を該表示系20の表示素子22に表示し、観察眼Eで観察している。

【0061】表示系20は、LCDやELパネルなどの表示素子22、ハーフミラー24、凹面ミラー21を有し、23はその光軸である。撮像素子10は、ミラー15、正の光学的パワーを有する撮像光学系11、CCDなどの撮像素子12を有し、13はその光軸である。

【0062】本実施形態において、例えばバックライト、偏光板、透過型液晶素子等で構成される表示素子22を射出した表示光は、ハーフミラー24でその一部が反射し、凹面ミラー21で反射され、観察眼Eに導かれる。凹面ミラー21は表示素子22の拡大虚像を例えば観察者より2m先に形成するように位置及び焦点距離等が決められており、その射出瞳は、観察眼Eの入射瞳に一致させてある。表示素子22の中心は、表示素子22と光軸23の交点25に対し、図1に示した量ずらして設定されている。

【0063】一方、外界からの光束はミラー15で反射され、撮像光学系11によって撮像素子12上に結像される。ここで撮像素子の光軸13は、表示系の光軸23と略一致させてある。撮像素子12の中心は、撮像素子12と光軸13の交点16に対し、図1に示した量ずらして設定されている。また撮像光学系11の入射瞳位置と観察眼Eの入射瞳位置を一致させている。

【0064】撮像素子10で撮像された外界画像情報は表示素子22に表示され、表示系20により観察眼Eに導かれ、あたかも裸眼で観察しているように外界を観察できるように構成されている。

【0065】この時、特に撮像素子10の外界像の撮像画角(撮像素子12のサイズと撮像光学系11の焦点距離及びその位置関係で決定される)を、表示系20の表示画角(表示素子22のサイズと凹面ミラー21の焦点距

離及びその位置関係で決定される)と略一致させることにより、ビデオスルー観察時の外界観察倍率を裸眼観察時のそれと合わせることができる。ただし、撮像素子10の外界像の撮像素子角を、表示系20の表示画角に対し大き目に設定し、等倍観察となるように、撮影した外界像の一部を切り取り表示系20の表示素子22に表示しても同様の効果が得られる。

【0066】本発明の画像観察システムは、図6の左眼用の画像観察装置WLと、図6に対し図1に示した関係の右眼用の画像観察装置WRを、図7に示すように頭部に装着して使用する。

【0067】これにより、図1～5に示した理由により、変倍機能を用いた場合や、設計要因、製造誤差などにより、撮像素子角と表示画角が一致していない場合や、撮像素子角の入射瞳位置と観察眼の入射瞳位置が一致していない場合などにおいても、再現される空間が歪むことがなく、観察者は無理なく左右眼画像の融像を行うことができる。

【0068】さらに、撮像素子11を変倍光学系で構成することにより、物体に近づいた、あるいは物体が大きくなったように観察することができるという効果を得ることができる。

【0069】以後、簡単のため、説明図は左眼用の画像観察装置WLのみを示す。

【0070】(実施形態2)図8は本発明の画像観察システムの実施形態2の要部概略図である。

【0071】表示系20は、LCDやELパネルなどの表示素子22、プリズム体26を有している。撮像素子10は、平面で構成されたプリズム17、正の光学的パワーを有する結像光学系18、CCDなどの撮像素子16を有している。

【0072】本実施形態において、例えばバックライト、偏光板、透過型液晶素子等で構成される表示素子22を射出した表示光は面27で屈折されつつプリズム体26に入射し、臨界角以上の入射角度で面28に入射し全反射され、ミラー面29で反射されて再び臨界角以下の入射角度で面28に入射し屈折されつつプリズム体26を射出し、観察眼Eに導かれる。プリズム体26は光学的パワーを有した面が傾いて配置されることに起因する収差を良好に補正するために、アジマス角度により光学的パワーの異なる偏心した非回転対称面で構成されており、表示光学系の小型化を図っている。プリズム体26は表示素子22の拡大虚像を例えば観察眼Eより2m先に形成するように位置及び焦点距離等が決められており、その射出瞳は観察眼Eの入射瞳に一致させてある。

【0073】ここでプリズム体26は表示光学系21を構成しており、その眼球側光軸23は表示素子22の表示光学系21により形成される虚像スクリーン22' (不図示)面に垂直で、かつ表示光学系21の射出瞳中心を通る直線として定義されるものである。

【0074】一方、外界からの光束は面51で屈折されつつプリズム17に入射し、ミラー面52で反射され、臨界角以上の入射角度で面51に入射し全反射され、臨界角以下の入射角度で面53に入射し屈折されつつプリズム17を射出し、結像光学系18によって撮像素子12上に結像される。撮像素子10の光軸13は、表示系20の光軸23と略一致させてある。またプリズム体26で構成される撮像素子角の入射瞳位置と観察眼Eの入射瞳位置を一致させている。

【0075】表示素子22の中心は表示素子22と光軸23の交点25に対し、また撮像素子12の中心は撮像素子12と光軸13の交点16に対し、図1に示した量ずらして設定されている。

【0076】撮像素子10で撮像された外界画像情報は表示素子22に表示され、表示系20により観察眼Eに導かれ、あたかも裸眼で観察しているように外界を観察できるように構成されている。

【0077】これにより、図1～5に示した理由により、変倍機能を用いた場合や、設計要因、製造誤差などにより、撮像素子角と表示画角が一致していない場合や、撮像素子角の入射瞳位置と観察眼の入射瞳位置が一致していない場合などにおいても、再現される空間が歪むことがなく、観察者は無理なく左右眼画像の融像を行うことができる。

【0078】また、図9に示したように表示系20の光軸23の折り畳み(偏向)方向を撮像素子10の光軸折り畳み(偏向)方向と異なる方向に設定することにより、装置全体の小型化が可能となる。図9において表示系20及び撮像素子10は図8に示した実施形態2と同じ機能を果たし、表示素子22の中心は表示素子22と光軸23の交点25に対し、また撮像素子12の中心は撮像素子12と光軸13の交点16に対し、図1に示した量ずらして設定されている。

【0079】(実施形態3)図10は本発明の画像観察システムの実施形態3の要部概略図である。本実施形態は図9に示す実施形態2に比べ撮像素子10の形態(構成)が代わっている以外は同じ構成である。

【0080】図10において表示系20は図9に示した実施形態2と同じ機能を果たす。外界からの光束はプリズム体54の面55で屈折されつつプリズム体54に入射し、ミラー面56で反射され、臨界角以上の入射角度で面55に再び入射し全反射され、臨界角以下の入射角度で面57に入射し屈折されつつプリズム体54を射出し、撮像素子12上に結像される。

【0081】プリズム体54は光学的パワーを有した面が傾いて配置されることに起因する収差を良好に補正するために、アジマス角度により光学的パワーの異なる偏心した非回転対称面で構成されており、撮像素子10の小型化を図っている。

【0082】撮像素子12の中心は撮像素子12と光軸

13の交点16に対し、図1に示した量ずらして設定されている。

【0083】(実施形態4) 図11は本発明の画像観察システムの実施形態4の要部概略図である。本実施形態は図9に示す実施形態2に比べ撮像系10の形態(構成)が代わっている以外は同じ構成である。

【0084】図11に示す実施形態は、図9に示す実施形態2に対し、プリズム15及び結像光学系19で構成される撮像光学系11の入射瞳位置を、プリズム体26で構成される表示光学系21の射出瞳に一致させた観察眼Eの入射瞳位置に対し、外界側にずらすことにより装置の小型化を図ることができる。また覗き込み効果により再現空間が小さく感じられることを防ぐことができる。このとき、ずらし量を大きく取り過ぎると、観察者に近い距離(例えば300mm程度)の空間においては、物体の距離間隔に対しての影響が大きくなり、裸眼で観察した場合に比べ物体が近い位置に感じられてしまう場合がある。そこで、ずらし量は60mm以下が良い。

【0085】このように構成しても、図1～5に示した理由により、再現される空間が歪むことがなく、観察者は無理なく左右眼画像の融像を行うことができる。

【0086】以上の各実施形態において、図12(a)に示すように、表示素子22に表示する画像は撮像系10で取得した外界画像情報をそのまま表示するだけでなく、図12(b)に示すように撮像系10で取得した外界画像情報に、画像生成手段60で生成した画像情報(コンピューターグラフィックス等により生成された画像やビデオ等によって記録された映像など)を画像合成手段61で合成して表示素子22に表示するようにしても良い。

【0087】また以上の各実施形態においては、表示素子として透過型液晶素子を用いたが、反射型の液晶素子やELなどの自発光型の素子を用いても良い。また撮像素子としてCCDを用いたが、CMOSセンサなどの素子を用いても良い。

【0088】

【発明の効果】本発明によれば、以上の構成とすることにより、ビデオスルー観察時に、変倍機能を用いた場合や、設計要因、製造誤差などにより、撮像画角と表示画角が一致していない場合や、撮像光学系の入射瞳位置と観察眼の入射瞳位置が一致していない場合などにお

いても、再現される空間が歪むことがなく、観察者は無理なく左右眼用の画像の融像を行える画像観察システムを達成することができる。

【0089】また、左右眼の観察視野の重なる範囲を大きくすることができるため、視野闘争が生じ観察が困難になることを回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の画像観察システムの基本概念の説明図

【図2】図1の撮影系の説明図

【図3】図1の表示系の説明図

【図4】図1の撮影系の説明図

【図5】図1の表示系の説明図

【図6】本発明の画像観察システムの実施形態1の要部概略図

【図7】本発明の画像観察システムの外観図

【図8】本発明の画像観察システムの実施形態2の要部概略図

【図9】本発明の画像観察システムの実施形態2の一部分を変更したときの説明図

【図10】本発明の画像観察システムの実施形態3の要部概略図

【図11】本発明の画像観察システムの実施形態4の要部概略図

【図12】本発明の画像観察装置に係る信号処理工程と画像観察システムの要部概略図

【図13】従来の画像観察システムの要部概略図

【図14】従来の画像観察システムの要部概略図

【図15】従来の画像観察システムの要部概略図

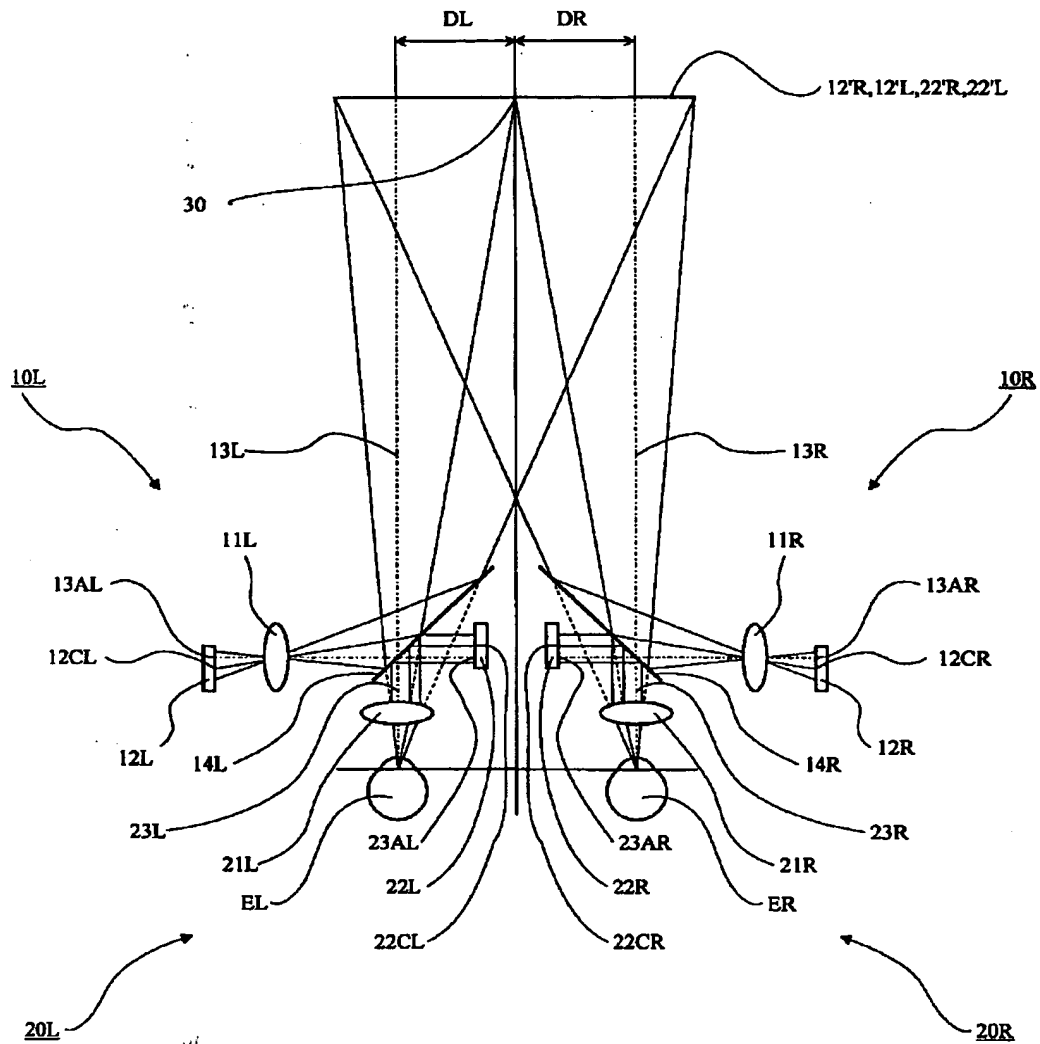
【図16】従来の画像観察システムの要部概略図

【図17】従来の画像観察システムの要部概略図

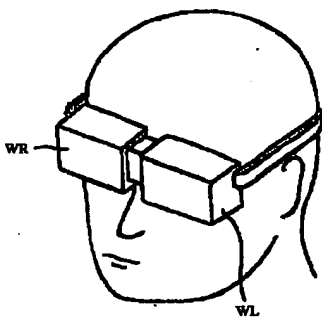
【符号の説明】

- 10 撮影系
- 11 撮像光学系
- 12 撮像素子
- 13 光軸(外界側光軸)
- 14 ミラー
- 20 表示系
- 21 表示光学系
- 22 表示素子
- 23 光軸(眼球側光軸)
- E 観察眼

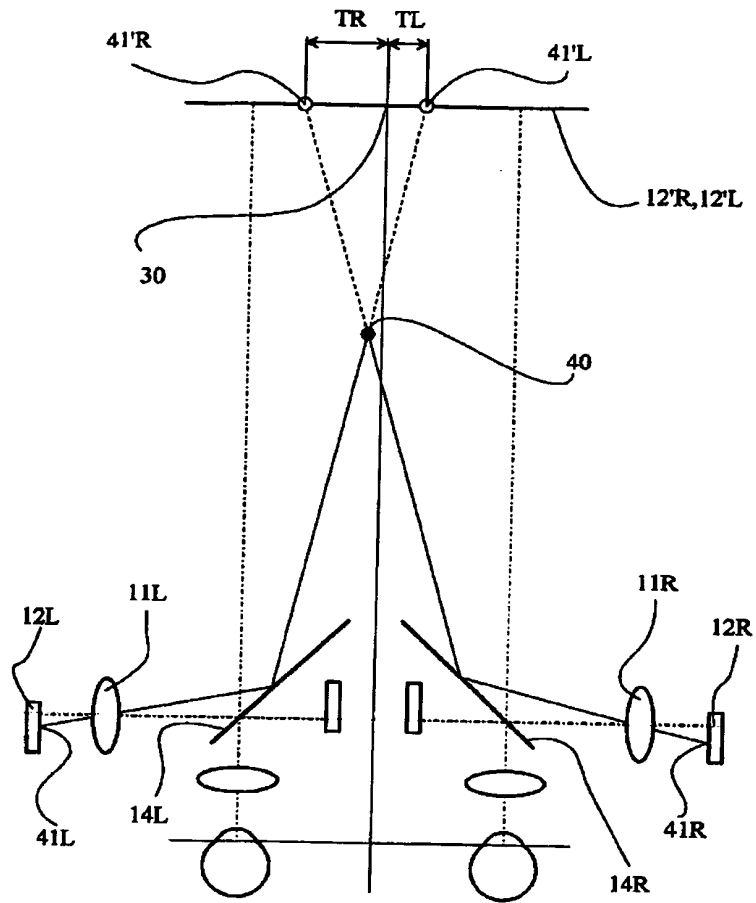
【図1】



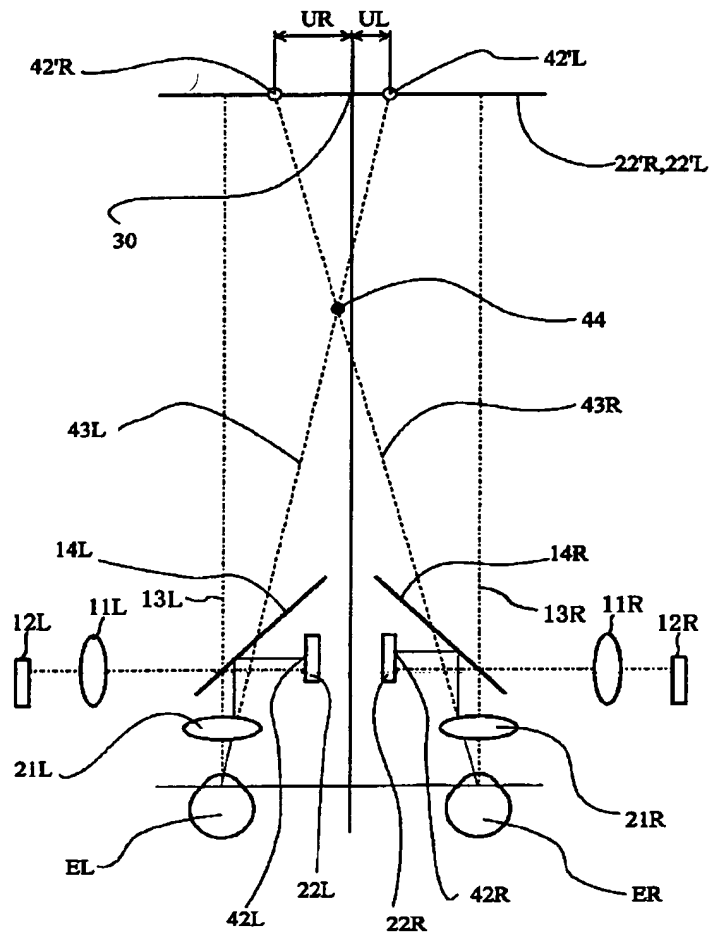
【図7】



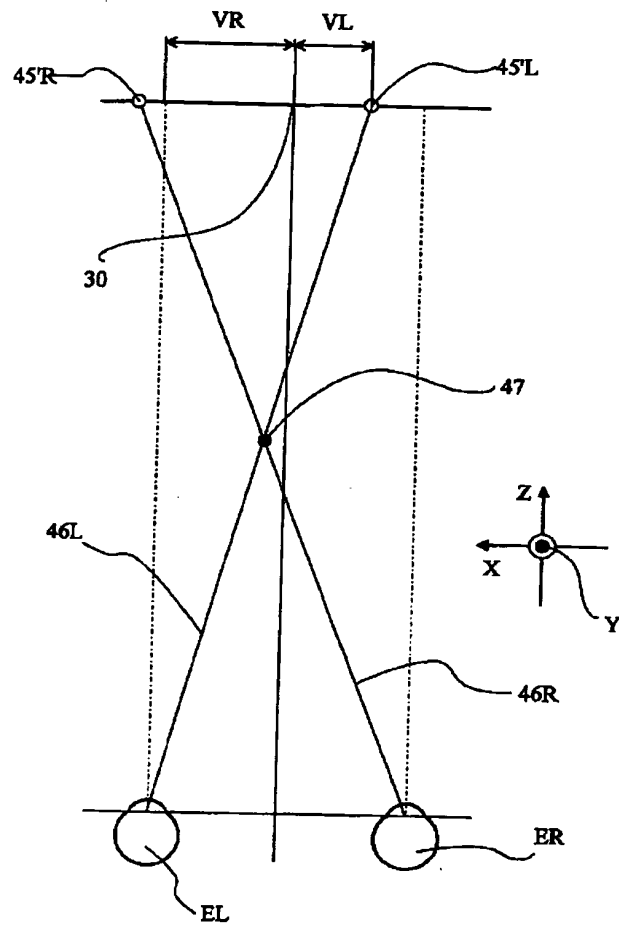
【図2】



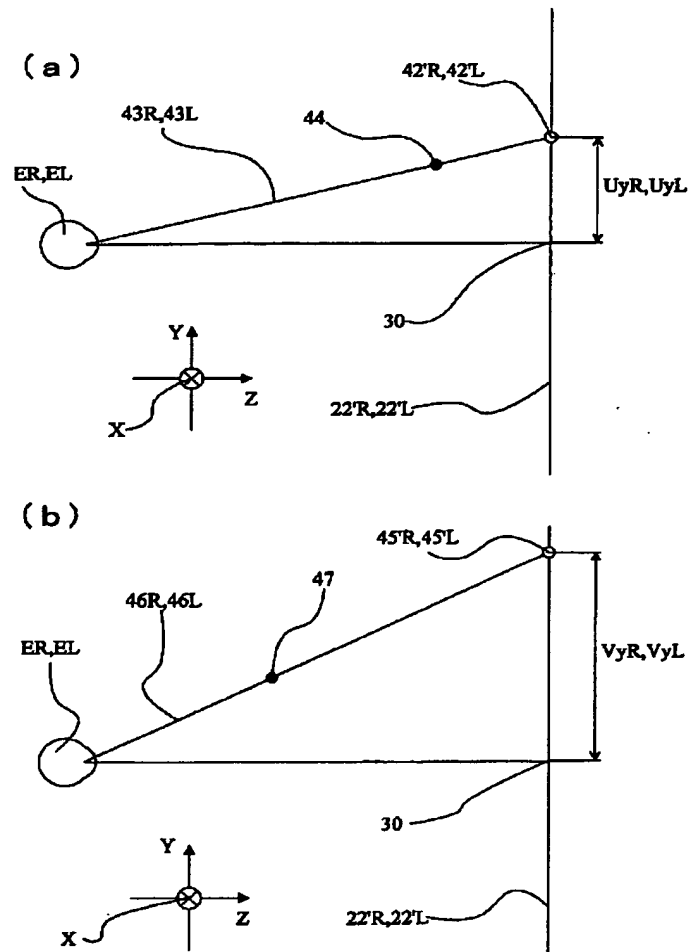
【図3】



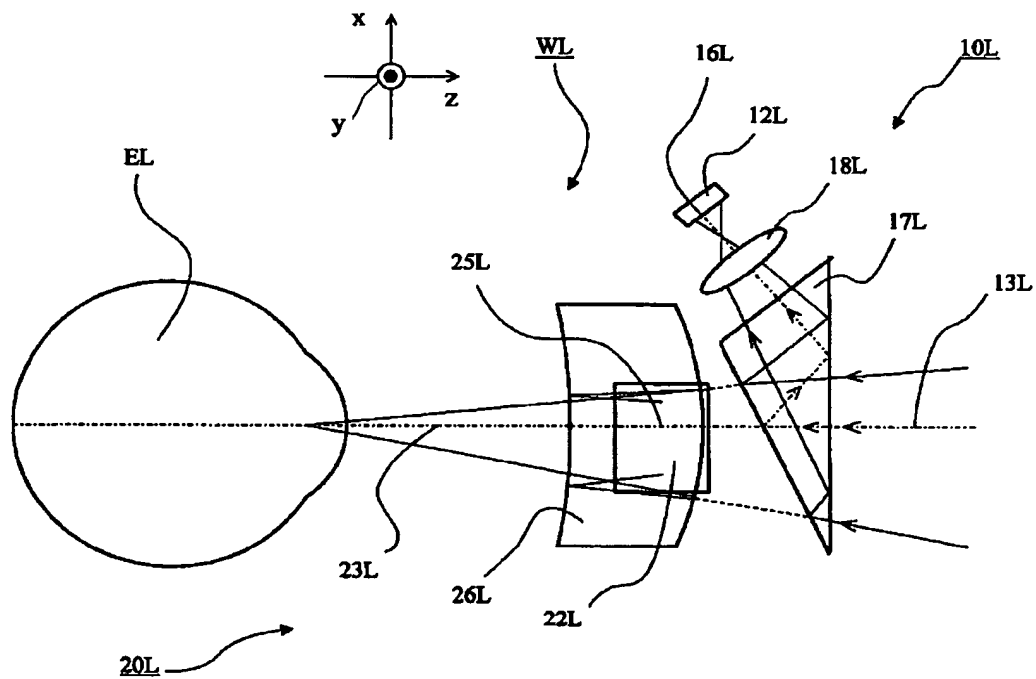
【図4】



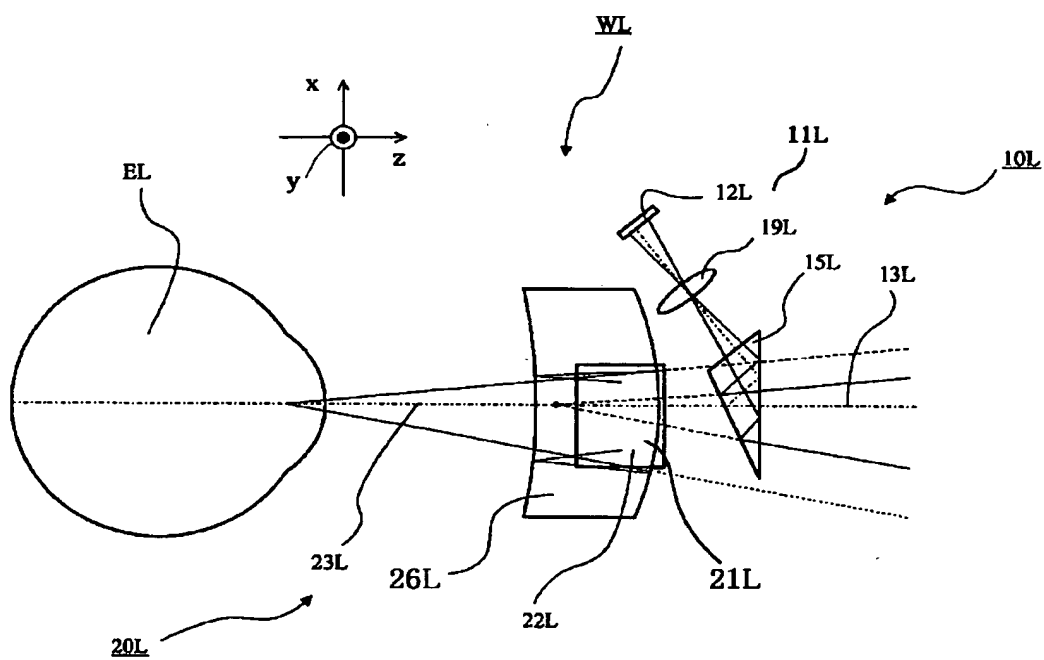
【図5】



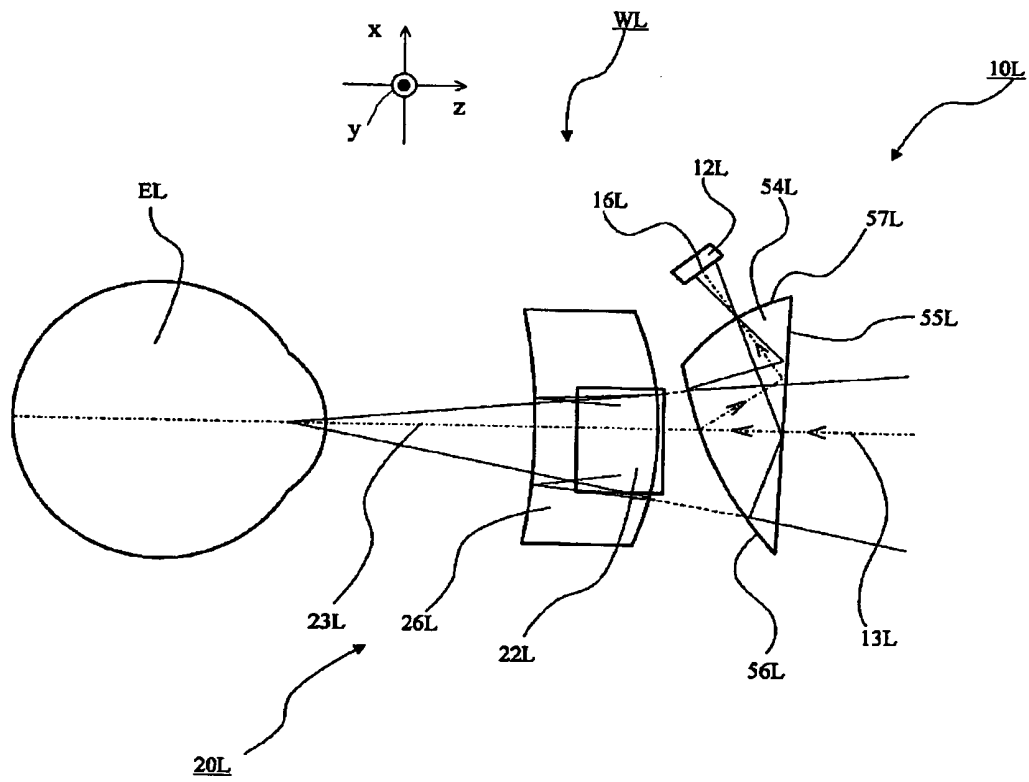
【圖9】



【圖11】

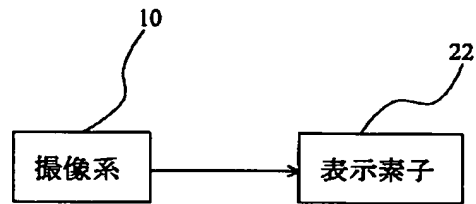


【図 10】

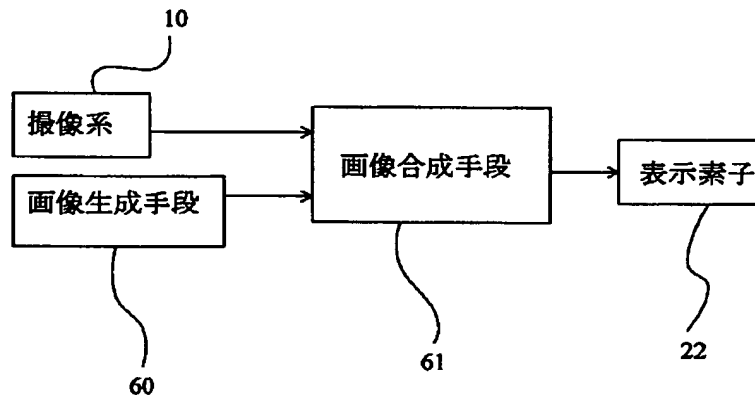


【図12】

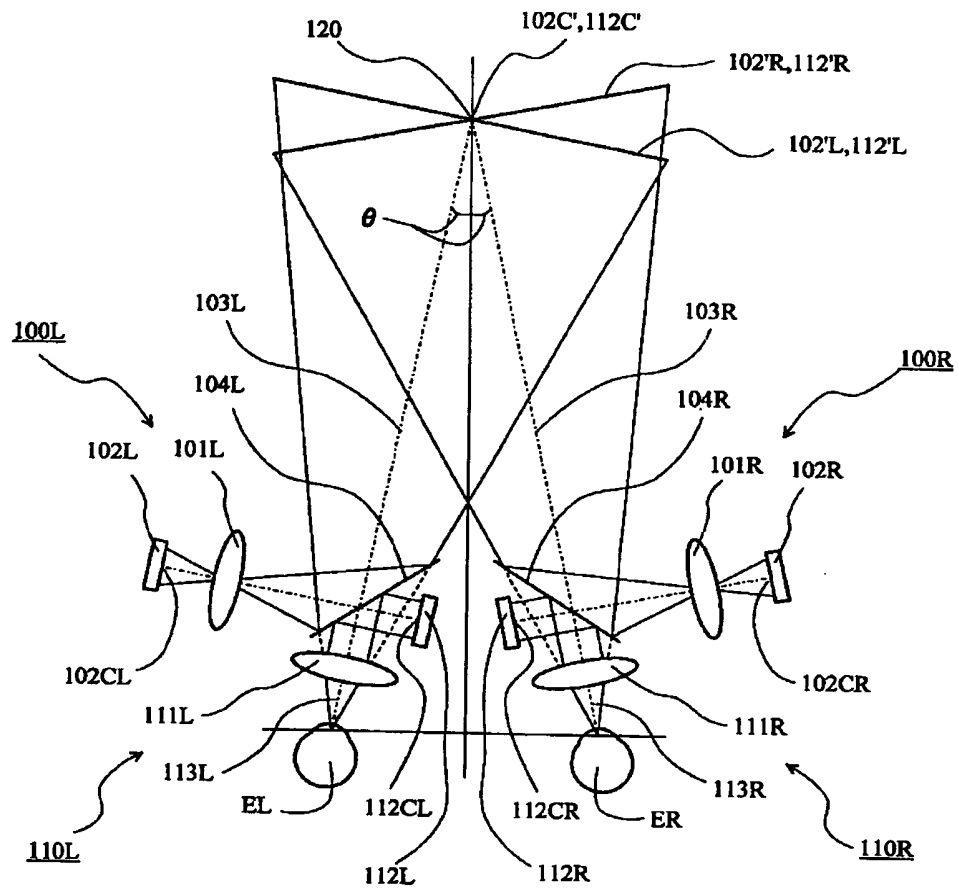
(a)



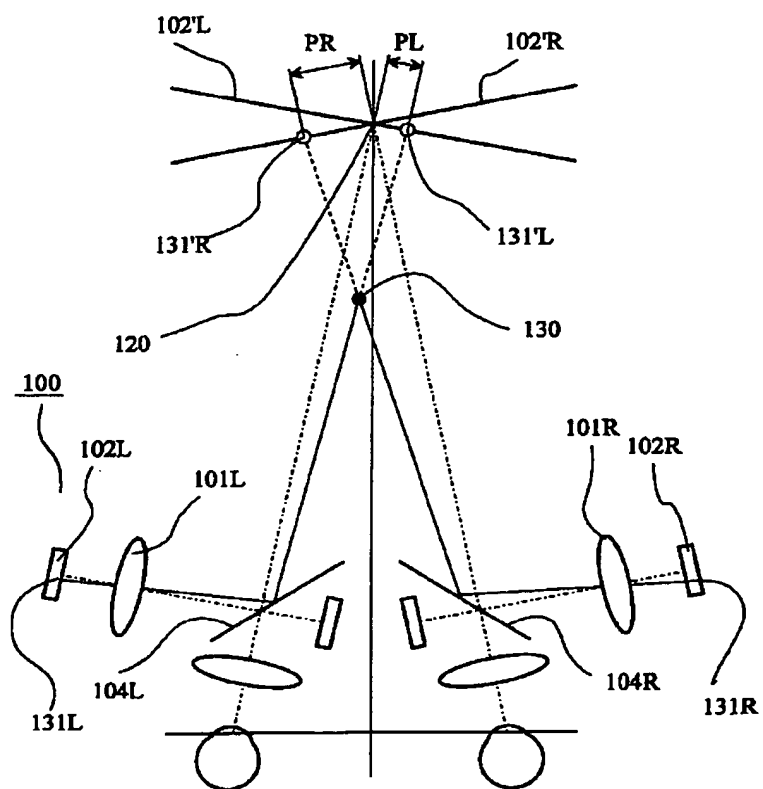
(b)



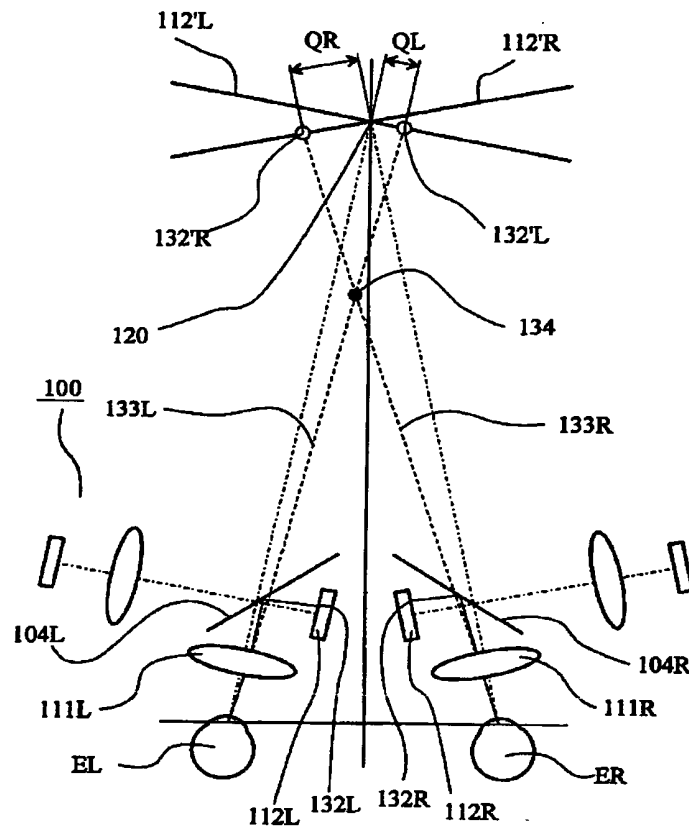
【図13】



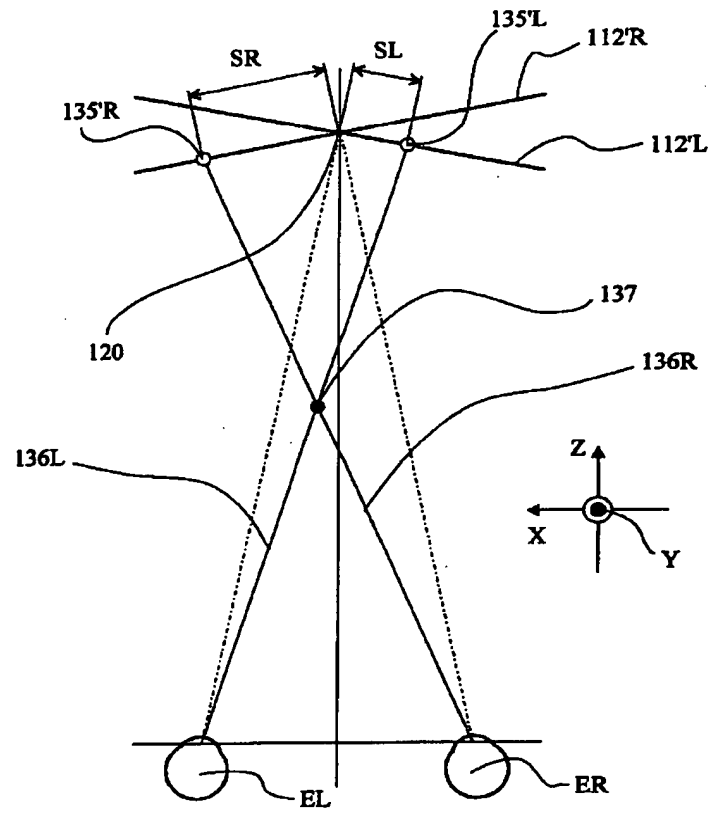
【図14】



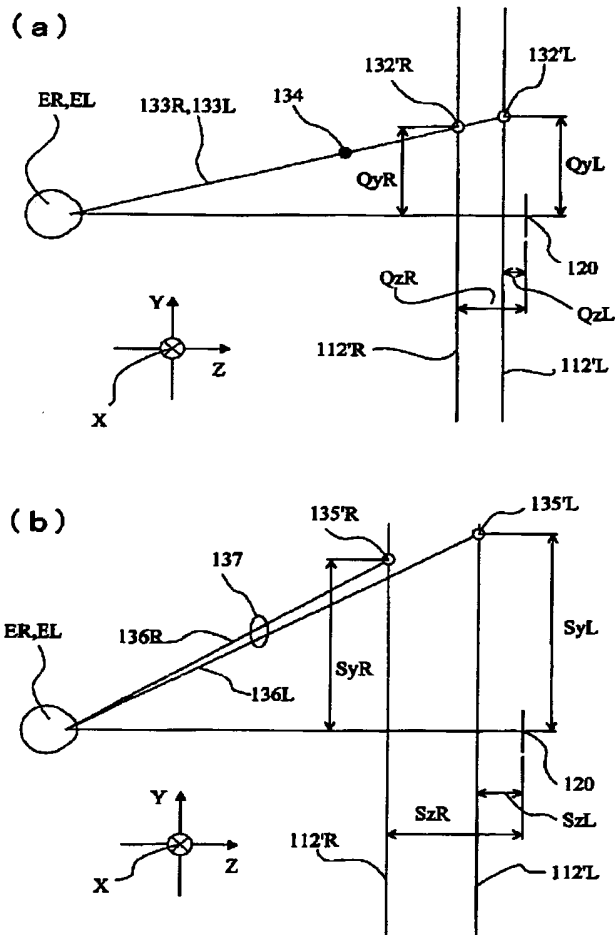
【図15】



【図16】



【図17】



【手続補正書】

【提出日】平成12年6月22日(2000.6.22)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項18

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項18】前記観察者の眼球の入射瞳位置と等価な位置に対する前記撮像光学系の入射瞳ずらし量を d としたとき $d < 60\text{ mm}$ を満足していることを特徴とする請

求項17の画像観察装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0036

【補正方法】変更

【補正内容】

【0036】請求項18の発明は請求項17の発明において、前記観察者の眼球の入射瞳位置と等価な位置に対する前記撮像光学系の入射瞳ずらし量を d としたとき $d < 60\text{ mm}$ を満足していることを特徴としている。

フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト' (参考)
G 0 9 G 5/00	5 1 0	G 0 9 G 5/00	5 1 0 D
5/36	5 1 0	5/36	5 1 0 V
H 0 4 N 5/64	5 1 1	H 0 4 N 5/64	5 1 1 A
13/00		13/00	

Fターム(参考) 2H059 AA10 AA13 AA35 AA38
 5C061 AA01 AB03 AB06 AB14
 5C080 AA06 AA10 BB05 CC04 DD01
 EE17 GG07 JJ05 JJ06
 5C082 AA12 AA27 BA47 BD02 CA32
 CA85 MM10
 5G435 AA01 BB05 BB12 BB15 BB16
 CC13 DD01 FF05 GG03 GG08
 GG09

THIS PAGE BLANK (USPTO)